



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 40 17 022.5  
22 Anmeldetag: 26. 5. 90  
43 Offenlegungstag: 4. 7. 91

DE 40 17 022 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
27.12.89 DD WP G 01 H/336302

71 Anmelder:  
Brennstoffinstitut Freiberg, O-9200 Freiberg, DE

72 Erfinder:  
Becker, Dieter, Dr.-Ing., O-9200 Freiberg, DE;  
Wagner, Hans-Holger, Dr.-Ing., O-9388 Oederan, DE;  
Wolf, Johannes, Dr.-Ing., O-7060 Leipzig, DE

54 Schaltungsanordnung zur Bestimmung des Einsatzzeitpunktes eines Ultraschall-Empfangssignales

57 Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Bestimmung des Einsatzpunktes eines Ultraschall-Empfangssignals.

Anwendungsgebiet sind Ultraschall-Meßeinrichtungen nach dem Laufzeitverfahren, bei denen nur ein minimaler zeitlicher Fehler bezogen auf die angewandte Schallwellenperiodendauer zulässig ist.

Ziel der Erfindung ist die Verbesserung der Präzision von Ultraschall-Laufzeitmessungen und die Erweiterung des Einsatzgebietes.

Die Aufgabe ist die präzise Bestimmung des Anfangszeitpunktes eines Ultraschall-Empfangssignals ohne besondere Anforderungen an die Ultraschallwandler und ohne besondere Betriebsweise der Ultraschall-Sender/-Empfänger.

Erfindungsgemäß wird das Empfangssignal zwei Spannungskomparatoren mit unterschiedlichen Schwellen zugeführt. Es werden ein Laufzeit- und ein Periodendauersignal gebildet, die als Torsignale für einen Laufzeit- bzw. Periodendauerspeicher wirken. Die Laufzeitzählerausgänge adressieren einen RAM-Speicher, in dem umlaufend das Empfangssignal binär abgespeichert wird. Nach Abschluß der Laufzeitmessung wird durch Rückwärtstaktung des Laufzeitzählers der RAM-Speicherinhalt hinsichtlich des Auftretens von Perioden des Empfangssignals vor dem Ende der Laufzeitmessung untersucht und der Laufzeitwert dementsprechend korrigiert.

DE 40 17 022 A 1

## Anwendungsgebiet

Die Erfindung ist vorteilhaft für Ultraschall-Meßeinrichtungen nach dem Laufzeitverfahren anwendbar, bei denen nur ein minimaler zeitlicher Fehler bezogen auf die angewandte Schallwellenperiodendauer zulässig ist und die den Einsatz robuster Ultraschallwandler erfordern.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekannte Anordnungen für Ultraschall-Meßeinrichtungen bewerten das Ansprechen einer Trigger- bzw. Komparatorstufe im Empfangszweig als Anfangszeitpunkt des Ultraschall-Empfangssignales bzw. Ende der Ultraschall-Laufzeit (DD-WP 2 60 570). Die vor dem Ansprechen der Triggerstufe vorliegenden Anteile des Empfangssignales werden dabei ignoriert.

Um Störeinflüssen auf die Schallstrecke zu eliminieren, wird eine Regelung der Sendesignalamplitude oder der Triggerschwelle angewandt (DD-WP 2 40 81). Damit ist eine weitere Unbestimmtheit für das exakte Erfassen des Anfangszeitpunktes des Ultraschall-Empfangssignales verbunden. Bei bestimmten Meßaufgaben, z. B. Durchflußmessungen in Gasleitungen nach dem Laufzeit-Differenzverfahren, sind diese Unsicherheiten hinsichtlich des Empfangssignaleinsatzes nicht mehr vernachlässigbar. Für diese Zwecke reicht die Genauigkeit dieser Verfahren nicht mehr aus.

Eine bekannte Lösung zum exakten Erfassen des Anfangszeitpunktes eines Ultraschall-Empfangssignales geht von einem takt synchronen Betrieb von Ultraschallsender und -empfänger aus (DD-WP 1 60 329). Diese Betriebsweise ist mit besonderen Anforderungen an die Breitbandigkeit der eingesetzten Ultraschallwandler verbunden und läßt sich nicht in jedem Fall anwenden. Zum Beispiel ist der Einsatz solcher Wandler aus piezoelektrischer Polymerfolie in Gasleitungen nicht möglich.

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Verbesserung der Präzision von Ultraschall-Laufzeitmessungen und die Erweiterung des Einsatzgebietes.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Anordnung zur präzisen Bestimmung des Anfangszeitpunktes eines Ultraschall-Empfangssignales, das keine besonderen Anforderungen an die Ultraschallwandler stellt und ohne besondere Betriebsweise der Ultraschall-Sender/Empfänger-Anordnung arbeitet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem das Empfangssignal zwei Spannungskomparatoren mit unterschiedlichen Komparatorschwellen zugeführt wird. Ein erster Spannungskomparator mit einem Schwellenwert, der Störsignale sicher unterdrückt, bekommt das um 180° phasenverschobene Empfangssignal über ein Filter angeboten. Der zweite Spannungskomparator mit einer Schwelle bei Null Volt erhält das Empfangssignal direkt und bildet ein binäres Empfangssignal.

Mittels einer Logikschaltung werden ein Laufzeit- und ein Periodendauersignal gebildet, die auf jeweils ein

Tor für Zeitbasisimpulse vor einem Laufzeit- bzw. Periodendauerzähler wirken. Die Laufzeitzählerausgänge adressieren einen RAM-Speicher. Im RAM-Speicher wird umlaufend das binäre Empfangssignal im Takt der Zeitbasisimpulse abgespeichert. Mit dem Laufzeitimpuls endet die Laufzeitmessung und die Signalabspeicherung definiert nach einer LOW-Halbperiode des binären Empfangssignales.

Aus dem Periodendauerzählerinhalt wird ein Grenzwert für die halbe Periodendauer des Empfangssignales gewonnen. Anschließend wird der Laufzeitwert im Laufzeitzähler hinsichtlich des Vorhandenseins von Empfangssignalanteilen vor dem Ende des Laufzeitimpulses korrigiert. Dazu wird durch Rückwärtstaktung des Laufzeitzählers der RAM-Speicher rückwärts adressiert und dabei sein Inhalt hinsichtlich des Auftretens von Perioden des binären Empfangssignales vor dem Ende der Laufzeitmessung untersucht. Die Zahl der Rückwärtstakte wird in einem Korrekturzähler mitgezählt und im Falle des Vorliegens einer vollständigen Periode des binären Empfangssignales vom Laufzeitwert zu Beginn der Korrektur abgezogen. Die Korrektur endet, wenn innerhalb des Grenzwertes für eine halbe Periodendauer keine Änderung des binären Empfangssignales nachweisbar ist. Peaks infolge von Störungen im Verlauf des binären Empfangssignales werden mittels eines Peak-Zählers ausgeblendet.

Die erfindungsgemäße Anordnung zur Bestimmung des Einsatzzeitpunktes eines Ultraschall-Empfangssignales ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Ablaufsteuerung zur Abgabe eines Sendepulses mit einem Sendeverstärker, dem Setzeingang des Laufzeitflipflop und den Rücksetzeingängen von Laufzeit- und Periodendauerzähler verbunden ist. Am Sendeverstärker ist der Ultraschallsender angeschlossen. Ein Ultraschallempfänger ist über eine Phasenumkehrstufe und ein Filter mit einem ersten Spannungskomparator und direkt mit einem zweiten Spannungskomparator verbunden. Der Ausgang des ersten Spannungskomparators führt an den Setzeingang eines ersten Flipflop, dessen Ausgang an einem Eingang eines UND-Gatters angeschlossen ist. Der andere Eingang des UND-Gatters ist mit dem Ausgang des zweiten Spannungskomparators, dem Takteingang des Periodenzählers und dem Dateneingang des RAM-Speichers verbunden. Am Ausgang des UND-Gatters ist der Setzeingang des zweiten Flipflop angeschlossen. Der Ausgang des zweiten Flipflop ist zur Übertragung des Periodendauersignales mit dem Tor des Periodendauerzählers, dem Ladeingang des Schieberegisters und der Ablaufsteuerung verbunden.

Der invertierte Ausgang des zweiten Flipflop ist mit dem Rückstelleingang des Periodenzählers und einem zweiten UND-Gatter verbunden. Ein Datenausgang des Periodenzählers ist mit dem Rücksetzeingang des Laufzeitflipflop verbunden, dessen invertierter Ausgang mit den Rücksetzeingängen des ersten und zweiten Flipflop verbunden ist. Der Ausgang des Laufzeitflipflops ist mit dem anderen Eingang des zweiten UND-Gatters verbunden, dessen Ausgang den Laufzeitimpuls an das Tor des Laufzeitzählers liefert. Der Zeitbasisgenerator ist zur Abgabe von Zeitbasisimpulsen mit den beiden Toren von Periodendauer- und Laufzeitzähler verbunden. Die Ausgänge des Periodendauerzählers sind mit den Dateneingängen des Schieberegisters verbunden. Das Schieberegister ist zur Übertragung des Schiebetaktes mit der Ablaufsteuerung verbunden. Seine Parallelausgänge sind an die Dateneingänge des Bezugswertzähler angeschlossen. Die Ablaufsteuerung ist zur Abgabe ei-

nes Zähltaktes und eines Ladeimpulses mit dem Bezugswertzähler verbunden.

Die Ausgänge des Bezugswertzählers führen zur Bereitstellung des Grenzwertes für eine halbe Periodendauer an den Bezugswertkomparator, dessen Ausgang mit der Ablaufsteuerung verbunden ist.

Die Ausgänge des Laufzeitzählers führen an Dateneingänge der Recheneinheit und an die Adresseneingänge des RAM-Speichers, dessen Lese-/Schreibsteuereingang und Datenausgang jeweils mit der Ablaufsteuerung verbunden sind. Der Rückwärtszähleingang des Laufzeitzählers führt gemeinsam mit den Zähleingängen des Begrenzungs- und Peak-Zählers an die Ablaufsteuerung, die Lesetaktimpulse abgibt. Begrenzungs-, Peak- und Korrekturzähler haben jeweils eine Rückstellsignalleitung von der Ablaufsteuerung. Der Peak-Zähler erhält von der Ablaufsteuerung über eine Leitung einen Zähltakt. Begrenzungs- und Korrekturzähler sind jeweils über eine Leitung zur Übertragung eines Ladeimpulses mit der Ablaufsteuerung verbunden. Die Ausgänge des Peak-Zählers führen an Dateneingänge des Begrenzungs- und Korrekturzählers, des Peak-Komparators und der Recheneinheit. Dem anderen Eingang des Peak-Komparators wird aus einem Festwertspeicher der Grenzwert für eine Peak-Breite zugeführt, während sein Ausgang mit der Ablaufsteuerung verbunden ist. Die Ausgänge des Begrenzungs- und Korrekturzählers sind mit dem Begrenzungs- und Korrekturkomparator verbunden, die des Korrekturzählers mit der Recheneinheit verbunden. Die Ausgänge der Recheneinheit, die mit der Ablaufsteuerung über Funktionssteuerleitungen verbunden sind, führen mit einem Gültigkeitssignal von der Ablaufsteuerung an nachfolgende Auswerteeinheiten.

Die gefundene Anordnung arbeitet wie folgt:

Die Ablaufsteuerung schaltet den RAM-Speicher in die Betriebsart "Schreiben" und gibt einen Sendeimpuls aus. Der Sendeimpuls führt über Sendeverstärker und Ultraschall-Sender zur Aussendung eines Ultraschall-Signales. Weiterhin setzt er Periodendauer- und Laufzeitzähler zurück. Das Laufzeitflipflop wird gesetzt, dadurch werden erstes und zweites Flipflop zurückgesetzt sowie das Laufzeitsignal aktiviert.

Das Laufzeitsignal öffnet das Tor für Zeitbasisimpulse am Laufzeitzähler, womit die Laufzeitmessung einsetzt. Ausgänge des Laufzeitzählers bilden die Adresse des RAM-Speichers, der fortlaufend das an seinem Dateneingang anliegende binäre Empfangssignal abspeichert.

Das am Ultraschallempfänger eintreffende Ultraschall-Signal gelangt als Empfangssignal über Phasenumkehrstufe und Filter an den ersten Spannungskomparator mit einer zur Störsignalunterdrückung gewählten Komparatorschwelle zur Bildung des Auslösesignales und gelangt weiterhin direkt an den zweiten Spannungskomparator mit der Komparatorschwelle Null Volt zur Bildung des binären Empfangssignales. Vom ersten Impuls des Auslösesignales wird das erste Flipflop gesetzt, wodurch das zweite Flipflop zum Setzen durch den nächsten Impuls des binären Empfangssignales freigegeben wird. Mit dem Setzen des zweiten Flipflop endet der Laufzeitimpuls. Dadurch endet das Zählen der Zeitbasisimpulse im Laufzeitzähler und die Abspeicherung des binären Empfangssignales im RAM-Speicher wird definiert mit einer vollendeten LOW-Halbperiode abgeschlossen. Weiterhin beginnt der Periodendauerimpuls, der über das Tor am Periodendauerzähler die Zählung von Zeitbasisimpulsen in diesem bewirkt. Als weitere Wirkung wird nach Setzen des zweiten Flipflop der Pe-

rioden-zähler für die Zählung von Perioden des binären Empfangssignales freigegeben. Erreicht der Periodenzähler einen festgelegten Zustand, so setzt er das Laufzeitflipflop und darüber erstes und zweites Flipflop zurück. Die Folge ist die Beendigung des Periodendauerimpulses. Die Rückflanke des Periodendauerimpulses lädt das Schieberegister mit dem Zustand des Periodendauerzählers und löst in der Ablaufsteuerung die Laufzeitkorrektur aus. Da dem Begrenzungs- und Korrekturkomparator der Grenzwert für eine halbe Periodendauer des binären Empfangssignales als Abbruchkriterium der Laufzeitkorrektur zur Verfügung stehen muß, wird über die Schiebetaktleitung der in das Schieberegister übernommene Periodendauerzählerinhalt mehrfach unter Beachtung des im Periodenzähler festgelegten Zustandes verschoben, bis der Schieberegisterinhalt einer mittleren halben Periodendauer entspricht. Anschließend wird durch Aktivierung der entsprechenden Ladeimpulsleitung der Schieberegisterinhalt in den Bezugswertzähler übernommen. Der Bezugswertzähler erhält eine festgelegte Anzahl von Zähltakten, so daß seine Ausgänge dann den Grenzwert für eine halbe Periodendauer dem Begrenzungs- und Korrekturkomparator bereitstellen. Vor den eigentlichen Laufzeitkorrekturzyklen mit dem Ziel der exakten Bestimmung des Empfangssignaleinsatzes werden über die entsprechenden Leitungen Korrektur-, Begrenzungs- und Peakzähler zurückgestellt und der RAM-Speicher in die Betriebsart "Lesen" gesteuert. Über die Funktionssteuerleitungen wird die Recheneinheit zur Übernahme des Laufzeitzählerzustandes veranlaßt. Entsprechend der definierten Beendigung der binären Empfangssignalspeicherung im RAM-Speicher beginnt die Laufzeitkorrektur mit dem Aufsuchen eines LOW/HIGH-Überganges.

Die Ablaufsteuerung erzeugt Lesetaktimpulse, welche den Laufzeitzähler zurückzählen und damit den vor Beendigung der Laufzeitmessung abgespeicherten Wert des binären Empfangssignales adressieren sowie Korrektur- und Begrenzungs- und Peakzählerstand erhöhen.

Wird im Verlaufe der Korrekturzyklen der Inhalt des Begrenzungs- und Korrekturkomparators größer als der Grenzwert für eine halbe Periodendauer, so liegt kein LOW/HIGH-Übergang im abgespeicherten Empfangssignalverlauf vor, der Signaleinsatz wurde mit dem letzten erkannten HIGH-LOW-Übergang bestimmt. In diesem Fall aktiviert die Ablaufsteuerung das Gültigkeitssignal zur Kennzeichnung des Ausgangswertes der Recheneinheit als gültigen korrigierten Laufzeitwert und leitet mit der Ausgabe eines Sendeimpulses einen neuen Meßvorgang ein.

Solange der Begrenzungs- und Korrekturkomparatorinhalt unter dem Grenzwert für eine halbe Periodendauer verbleibt, bestimmt der RAM-Speicherausgang den weiteren Ablauf.

Ist der RAM-Ausgang HIGH, so wird der Peak-Zähler um einen Schritt hochgezählt. Wird dabei dessen Inhalt größer als der Grenzwert für eine Peak-Breite, so lag ein LOW/HIGH-Übergang vor. Die Ablaufsteuerung geht dann zur Untersuchung des abgespeicherten Signalverlaufes nach einem HIGH-LOW-Übergang, wie unten beschrieben wird, über. Verbleibt der Peak-Zählerinhalt unter dem Grenzwert für eine Peak-Breite, so setzt die Ablaufsteuerung die Suche nach einem LOW/HIGH-Übergang mit der Erzeugung eines neuen Lesetaktimpulses fort. Ist der RAM-Ausgang LOW, so wird der Peak-Zählerinhalt vor der Ausgabe eines neuen Lesetaktimpulses überprüft. Ist dieser kleiner als der Grenzwert für eine Peak-Breite, so lag ein HIGH-Peak

vor. Die Ablaufsteuerung setzt dann den Peak-Zähler zurück, was ein Ausblenden eines HIGH-Peak bedeutet. Ist der Peak-Zählerinhalt größer als der Grenzwert für eine Peak-Breite, so bleibt der Peak-Zähler unverändert, da es sich dann um ein LOW-Peak in der eben begonnenen anderen Halbperiode handelt.

Hat die Ablaufsteuerung durch RAM-Ausgang gleich HIGH und Peak-Zählerinhalt größer Grenzwert für eine Peak-Breite einen LOW-HIGH-Übergang erfaßt, so wird der weitere Signalverlauf hinsichtlich eines HIGH/LOW-Überganges untersucht. Der Peak-Zähler enthält die Anzahl der in der bereits begonnenen zweiten Halbperiode des abgespeicherten Signalverlaufes angefallenen Lesetaktimpulse. Entsprechend wird sein Inhalt in den Begrenzungszähler geladen und darauf der Peak-Zähler rückgesetzt. Die Ablaufsteuerung gibt wieder Lesetaktimpulse aus. Wird der Ablaufsteuerung jetzt vom Begrenzungskomparator signalisiert, daß der Begrenzungszählerinhalt den Grenzwert für eine halbe Periodendauer überschreitet, so liegt eine Fehlmessung mit einer zu langen Halbperiode vor. Die Ablaufsteuerung bricht daraufhin die Laufzeitkorrektur ab, indem sie kein Gültigkeitssignal ausgibt, sondern mit einem Sendeimpuls einen neuen Meßvorgang einleitet.

Bleibt der Begrenzungszählerinhalt unter dem Grenzwert für eine halbe Periodendauer, so bestimmt der RAM-Ausgang den weiteren Ablauf. Ist der RAM-Ausgang LOW, so wird der Peak-Zähler um einen Schritt hochgezählt. Wird dabei dessen Inhalt größer als der Grenzwert für eine Peakbreite, so lag ein HIGH/LOW-Übergang vor, d. h. eine vollständige Periode des abgespeicherten binären Empfangssignales ist abgearbeitet worden.

Die Ablaufsteuerung veranlaßt daraufhin über die Funktionssteuerleitungen die Recheneinheit vom letzten Laufzeitwert den Inhalt des Korrekturzählers und den des Peak-Zähler abzuziehen. Anschließend wird der Korrektur- und der Begrenzungszähler mit dem Inhalt des Peak-Zählers, der der Anzahl der in der neuen Periode des abgespeicherten binären Empfangssignales bereits angewandten Lesetakte entspricht, geladen. Der Peak-Zähler wird rückgesetzt und die Ablaufsteuerung geht wieder zum Aufsuchen eines LOW/HIGH-Überganges über.

War der Peak-Zählerinhalt unter dem Grenzwert für eine Peak-Breite, so setzt die Ablaufsteuerung die Suche nach einem HIGH/LOW-Übergang mit einem neuen Lesetaktimpuls fort.

Ist der RAM-Ausgang HIGH, so wird der Peak-Zähler, wie oben beschrieben, vor der Ausgabe eines neuen Lesetaktimpulses zwecks Ausblendung von LOW- bzw. HIGH-Peaks überprüft.

#### Ausführungsbeispiel

Die erfindungsgemäße Lösung soll anhand eines möglichen Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Figuren der Zeichnung näher erläutert werden. In der

Fig. 1 wird die Schaltungsanordnung zur Bestimmung des Einsatzzeitpunktes eines Ultraschall-Empfangssignales dargestellt.

Die Anordnung besteht aus einem Ultraschall-Sender 2 mit Sendeverstärker 1 zur Aussendung des Ultraschall-Signales 101, einem Ultraschall-Empfänger 3 zur Gewinnung des Empfangssignales 102, einem über Phasenumkehrstufe 4 und Filter 5 mit dem Ultraschall-Empfänger 3 verbundenen ersten Spannungskomparator 6

und einem direkt mit dem Ultraschall-Empfänger 3 verbundenen zweiten Spannungskomparator 7. Das Auslösesignal 104 führt vom ersten Spannungskomparator 6 an ein erstes Flipflop 8, dessen Ausgang an ein UND-Gatter 9 angeschlossen ist. Das UND-Gatter 9 ist weiterhin mit dem zweiten Spannungskomparator 7, dem Periodenzähler 11 und dem RAM-Speicher 22 verbunden. Am UND-Gatter 9 ist das zweite Flipflop 10 angeschlossen. Der Periodendauerimpuls 106 führt vom zweiten Flipflop 10 an das Tor 15, das Schieberegister 17 und die Ablaufsteuerung 29. Das zweite Flipflop 10 ist mit dem Periodenzähler 11 und dem UND-Gatter 14 verbunden. Ein Ausgang des Periodenzählers 11 ist mit dem Laufzeitflipflop 13 verbunden, dessen invertierter Ausgang mit dem ersten und zweiten Flipflop 8, 10 verbunden ist. Der Ausgang des Laufzeitflipflop 13 ist mit dem UND-Gatter 14 verbunden, dessen Ausgang den Laufzeitimpuls 105 an das Tor 20 liefert. Der Zeitbasis-generator 12 ist mit den Toren 15 und 20 verbunden. Die Ausgänge des Periodendauerzählers 16 sind an das Schieberegister 17 angeschlossen. Von der Ablaufsteuerung 29 führt der Schiebektakt 108 an das Schieberegister 17. Die Parallelausgänge des Schieberegisters 17 sind mit den Dateneingängen des Bezugswertzählers 18 verbunden. Von der Ablaufsteuerung 29 führt der Zähltakt 113 und der Ladeimpuls 112 an den Bezugswertzähler 18.

Die Ausgänge des Bezugswertzählers 18 führen den Grenzwert für eine halbe Periodendauer 120 an den Bezugswertkomparator 19, dessen Ausgang mit der Ablaufsteuerung 29 verbunden ist.

Die Ausgänge des Laufzeitzählers 21 führen an Dateneingänge der Recheneinheit 28 und an die Adresseneingänge des RAM-Speichers 22, der über die Leseschreib-Steuereinleitung 109 und die RAM-Datenleitung 110 mit der Ablaufsteuerung 29 verbunden ist. Die Ablaufsteuerung 29 gibt Lesetaktimpulse 107 an den Laufzeitzähler 21, den Begrenzungszähler 24 und den Korrekturzähler 27 ab.

Begrenzungszähler 24, Peak-Zähler 23 und Korrekturzähler 27 haben jeweils eine Leitung zur Übertragung der Rückstellsignale 116, 114, 118 von der Ablaufsteuerung 29. Der Peak-Zähler 23 erhält von der Ablaufsteuerung 29 einen Zähltakt 113. Begrenzungszähler 24, 27 sind jeweils über eine Leitung 115, 117 zur Übertragung eines Ladeimpulses mit der Ablaufsteuerung 29 verbunden. Die Ausgänge des Peak-Zählers 23 führen an den Begrenzungszähler 24, den Korrekturzähler 27, den Peak-Komparator 26 und die Recheneinheit 28. Dem Peak-Komparator 26 wird aus einem Festwertspeicher 25 der Grenzwert für eine Peak-Breite 121 zugeführt, während sein Ausgang mit der Ablaufsteuerung 29 verbunden ist. Der Begrenzungszähler 24 ist mit dem Begrenzungskomparator 19, der Korrekturzähler 27 mit der Recheneinheit 28 verbunden. Die Ausgänge der Recheneinheit 28, die mit der Ablaufsteuerung 29 über Funktionssteuerleitungen 119 verbunden ist, stellen den korrigierten Laufzeitwert 122 zusammen mit einem Gültigkeitssignal 123 von der Ablaufsteuerung 29 zur Verfügung. Die Ablaufsteuerung 29 liefert an den Sendeverstärker 1, das Laufzeitflipflop 13, den Periodendauerzähler 16 und den Laufzeitzähler 21 einen Sendeimpuls 100. Die

Fig. 2 zeigt die Zeitverläufe des Sendeimpulses 100, des Empfangssignales 102, des Auslösesignales 104, des binären Empfangssignales 103 mit Störpeaks, des Laufzeitsignales 105, des Periodendauersignals 106 und zur Veranschaulichung den hypothetischen Zeitverlust ei-

nes korrigierten Laufzeitsignales 124.

Der von der Ablaufsteuerung 29 ausgegebene Sendeimpuls 100 führt zum Beginn des Laufzeitsignals 105 und damit zur fortlaufenden Abspeicherung des binären Empfangssignales 103 im RAM-Speicher 22. Erreicht das Empfangssignal 102 eine Amplitude, die zum Ansprechen des ersten Spannungskomparators 6 ausreicht, wird mit dem nachfolgenden LOW/HIGH-Übergang des binären Empfangssignals 103 das Laufzeitsignal 105 beendet und damit auch die Abspeicherung des binären Empfangssignales 103 im RAM-Speicher 22. Das noch gebildete Periodendauersignal 106 dient zur Gewinnung eines Grenzwertes für eine halbe Periodendauer 120 für die Laufzeitkorrektur.

Die Laufzeitkorrektur wird jeweils über halbe Perioden des im RAM-Speicher 22 abgespeicherten binären Empfangssignales 103 durch Ausgabe von Lesetaktimpulsen 107 von der Ablaufsteuerung 29 an den Rückwärts-Zählakteingang des Laufzeitzählers 21 bei Auswertung der an die Ablaufsteuerung 29 geführten RAM-Datenleitung 110 und der Ausgänge von Begrenzungskomparator 19 und Peak-Komparator 26 in der Recheneinheit 28 ausgeführt.

Der korrigierte Laufzeitwert 122 existiert dabei nur als Ausgangsgröße der Recheneinheit 28. Die Darstellung des Zeitverlaufes eines korrigierten Laufzeitsignales 124 dient nur zur Veranschaulichung der Wirkung der Laufzeitkorrektur.

Die gefundene Anordnung hat neben dem Vorteil, daß keine besonderen Anforderungen an die Ultraschallwandler bestehen, die vorteilhafte Eigenschaft, trotz unterschiedlicher Ausbreitungsbedingungen für das Ultraschall-Signal mit ihren vielfältigen Auswirkungen auf den Verlauf der Einhüllenden der Empfangssignalamplitude stets präzise Laufzeitwerte bereitzustellen.

#### Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

1	Sendeverstärker	
2	Ultraschall-Sender	
3	Ultraschall-Empfänger	
4	Phasenumkehrstufe	
5	Filter	
6	erster Spannungskomparator	
7	zweiter Spannungskomparator	
8	erstes Flipflop	
9	UND-Gatter	
10	zweites Flipflop	
11	Periodenzähler	
12	Zeitbasisgenerator	
13	Laufzeitflipflop	
14	UND-Gatter	
15	Tor	
16	Periodendauerzähler	
17	Schieberegister	
18	Bezugswertzähler	
19	Begrenzungskomparator	
20	Tor	
21	Laufzeitzähler	
22	RAM-Speicher	
23	Peak-Zähler	
24	Begrenzungszähler	
25	Festwertspeicher	
26	Peak-Komparator	
27	Korrekturzähler	
28	Recheneinheit	
29	Ablaufsteuerung	

100	Sendeimpuls	
101	Ultraschall-Signal	
102	Empfangssignal	
103	binäres Empfangssignal	
104	Auslösesignal	
105	Laufzeitsignal	
106	Periodendauersignal	
107	Lesetaktimpuls	
108	Schiebetakt	
109	Lese-Schreib-Steuerleitung	
110	RAM-Datenleitung	
111	Zähltakt	
112	Ladeimpuls	
113	Zähltakt	
114	Rückstellsignal	
115	Ladeimpuls	
116	Rückstellsignal	
117	Ladeimpuls	
118	Rückstellsignal	
119	Funktionssteuerleitung	
120	Grenzwert für eine halbe Periodendauer	
121	Grenzwert für eine Peak-Breite	
122	korrigierter Laufzeitwert	
123	Gültigkeitssignal	
124	korrigiertes Laufzeitsignal	

#### Patentanspruch

Schaltungsanordnung zur Bestimmung des Einsatzzeitpunktes eines Ultraschall-Empfangssignales mit Sendeverstärker, Ultraschall-Sender und Ultraschall-Empfänger, dadurch gekennzeichnet,

— daß eine Ablaufsteuerung (29) zur Abgabe eines Sendeimpulses (100) mit dem Sendeverstärker (1), dem Laufzeitflipflop (13), dem Periodendauerzähler (16) und dem Laufzeitzähler (21) sowie zur Abgabe eines Lesetaktimpulses (107) mit dem Rückwärts-Zählakteingang des Laufzeitzählers (21), dem Begrenzungszähler (24) und dem Korrekturzähler (27) sowie zur Abgabe eines Schiebetaktes (108) mit dem Schieberegister (17) sowie über die Lese-Schreib-Steuerleitung (109) mit dem RAM-Speicher (22) sowie zur Abgabe eines Zähltaktes (111) und eines Ladeimpulses (112) mit dem Bezugswertzähler (18) sowie zur Abgabe eines Zähltaktes (113) und eines Rückstellsignales (114) mit dem Peak-Zähler (23) sowie zur Abgabe eines Ladeimpulses (115) und eines Rückstellsignales (116) mit dem Begrenzungszähler (24) sowie ebenfalls zur Abgabe eines Ladeimpulses (117) und eines Rückstellsignales (118) mit dem Korrekturzähler (27) sowie weiterhin über Funktionssteuerleitungen (119) mit der Recheneinheit (28) verbunden ist und ein Gültigkeitssignal (123) abgibt,

— daß der Ultraschall-Empfänger (3) über eine Phasenumkehrstufe (4) und ein Filter (5) mit einem ersten Spannungskomparator (6), dessen Ausgang das Auslösesignal (104) an den Setzeingang eines ersten Flipflop (8) liefert, und direkt mit einem zweiten Spannungskomparator (7), dessen Ausgang das binäre Empfangssignal (103) an das UND-Gatter (9), den Periodenzähler (11) und den RAM-Speicher (22) liefert, zusammengeschaltet ist,  
— daß der Ausgang des ersten Flipflop (8) mit dem UND-Gatter (9) verbunden ist, dessen

Ausgang an den Setzeingang des zweiten Flipflop (10) führt, dessen Ausgang das Periodendauersignal (106) an das Tor (15) vor dem Periodendauerzähler (16), an den Ladeeingang des Schieberegisters (17) und an die Ablaufsteuerung (29) liefert, während der invertierte Ausgang des zweiten Flipflop (10) mit dem Rückstelleingang des Periodenzählers (11), dessen Ausgang an den Rücksetzeingang des Laufzeitflipflop (13) führt, und mit dem UND-Gatter (14) verbunden ist,

— daß der invertierte Ausgang des Laufzeitflipflops (13) an die Rücksetzeingänge des ersten Flipflop (8) und des zweiten Flipflop (10) führt, während sein Ausgang mit dem UND-Gatter (14) verbunden ist, von dessen Ausgang das Laufzeitsignal (105) an das Tor (20) am Vorwärts-Zählakteingang des Laufzeitzählers (21) abgegeben wird, während der Zeitbasisgenerator (12) mit dem Tor (15) und dem Tor (20) verbunden ist,

— daß die Datenausgänge des Periodendauerzählers (16) mit Dateneingängen des Schieberegisters (17) und Datenausgänge des Schieberegisters (17) mit Dateneingängen des Bezugswertzählers (18) und Datenausgänge des Bezugswertzähler (18) mit Dateneingängen des Begrenzungskomparators (19) und der Ausgang des Begrenzungskomparators (19) mit der Ablaufsteuerung (29) verbunden sind,

— daß die Datenausgänge des Laufzeitzählers (21) an Adresseneingänge des RAM-Speichers (22), dessen Ausgang über die RAM-Datenleitung (110) mit der Ablaufsteuerung (29) verbunden ist, und Dateneingänge der Recheneinheit (28) führen,

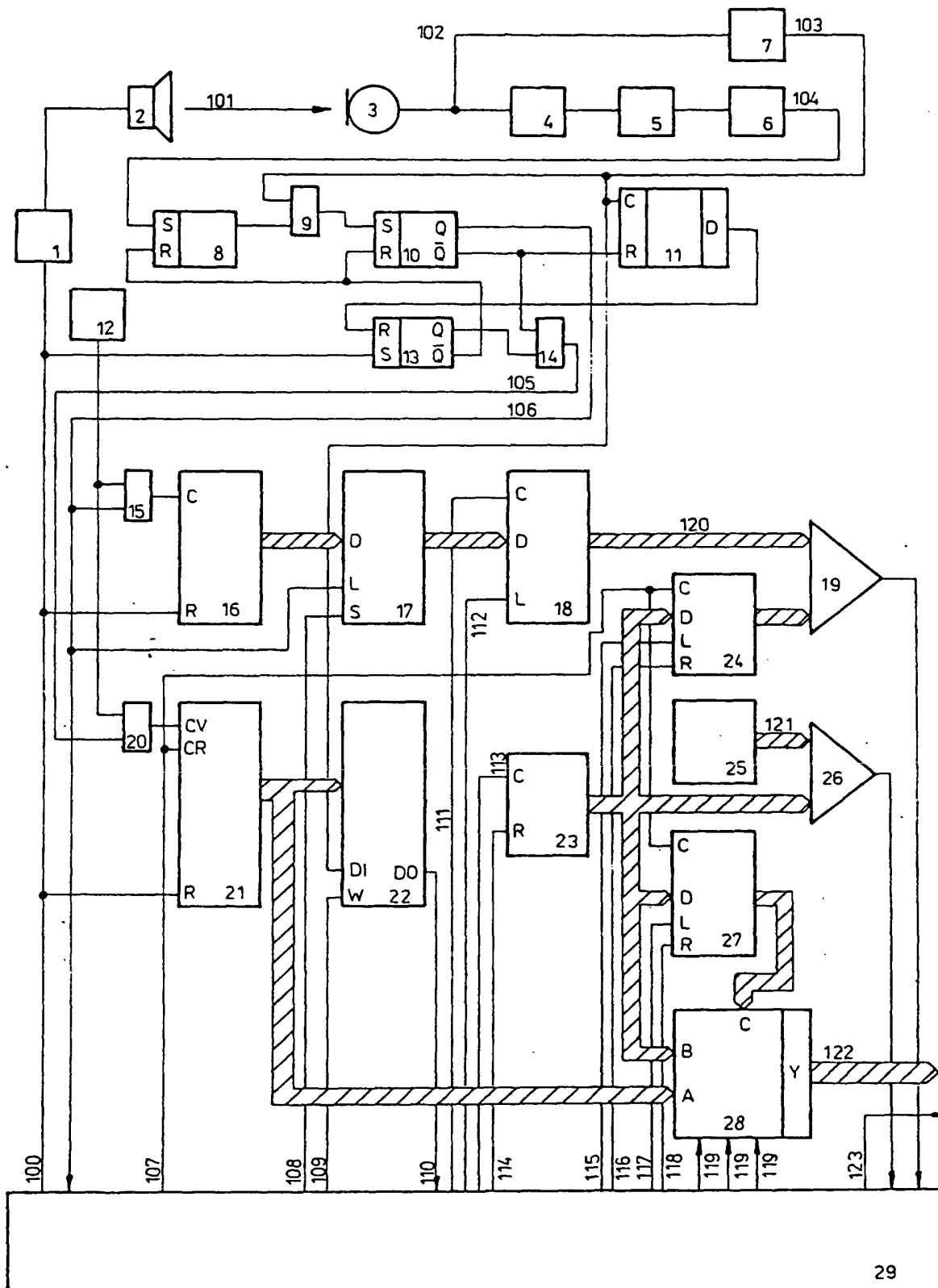
— daß die Datenausgänge des Peak-Zählers (23) an Dateneingänge des Begrenzungszählers (24), dessen Ausgänge mit dem Begrenzungskomparator (19) verbunden sind, und an Eingänge des Peak-Komparator (26), dessen Ausgang mit der Ablaufsteuerung (29) und dessen andere Eingänge zur Bereitstellung des Grenzwertes für eine Peak-Breite (121) mit dem Festwertspeicher (25) verbunden sind, und an Eingänge des Korrekturzählers (27), dessen Ausgänge mit der Recheneinheit (28) verbunden sind, sowie an die Recheneinheit (28) führen, die an ihren Ausgängen den korrigierten Laufzeitwert (122) bereitstellt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

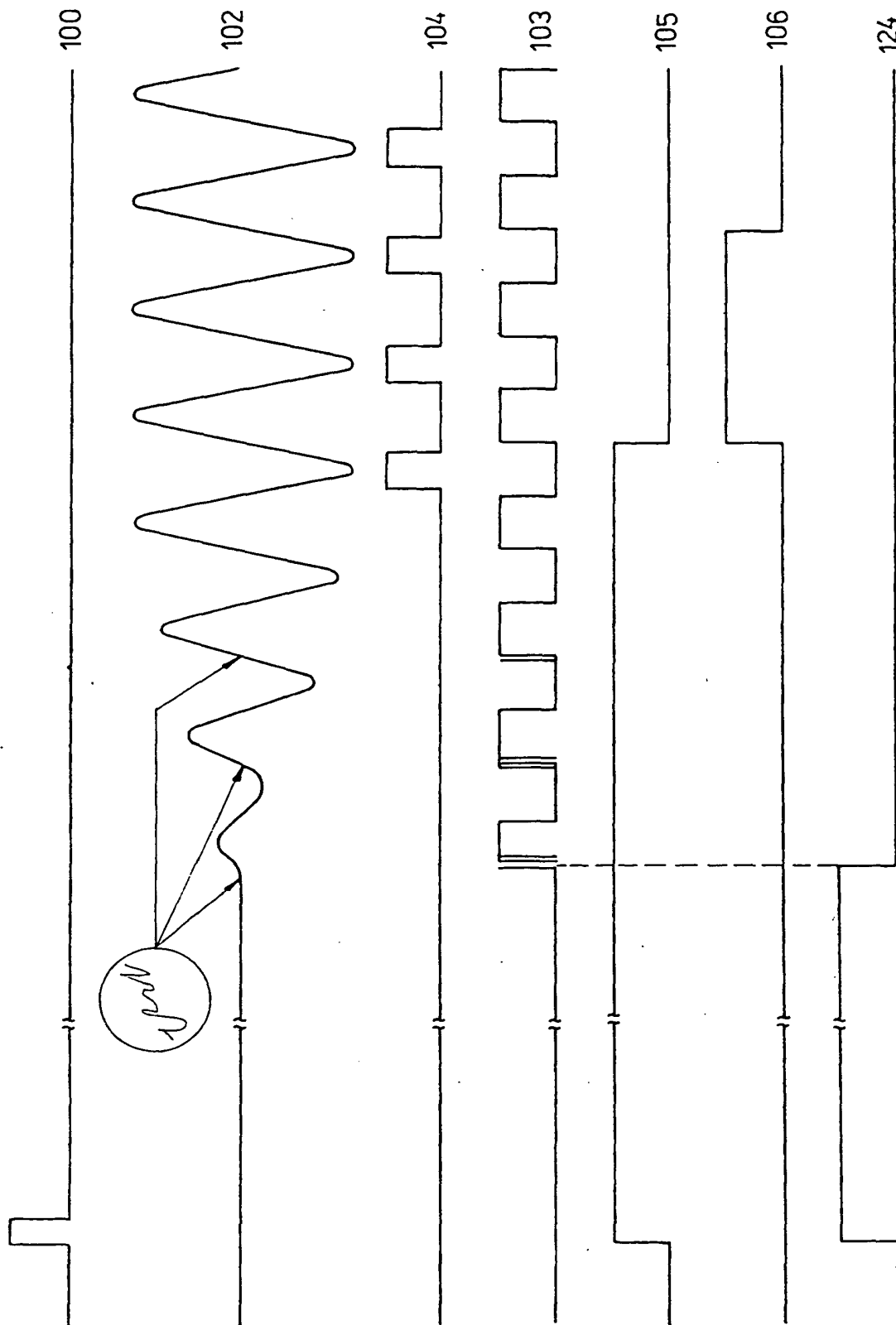
55

60

65



Figur 1



Figur 2